

汉坤法律评述

2021年8月11日

北京 | 上海 | 深圳 | 香港

小小电池藏乾坤，专利技术知多少

作者：罗睿 | 杨倩

随着新能源产业尤其是电动汽车、智能装备等的快速发展，电池的存在感越来越强。电池性能很大程度上制约着动力依赖型产品的发展方向，甚至成为某些行业的“阿喀琉斯之踵”。近些年来，产业的进步和市场的成熟，使背负着瓶颈压力的电池技术进入了快速发展期。碳达峰、碳中和的目标更是给电池行业带来了前所未有的发展空间。

作为一个复杂的电化学反应系统，电池虽小，技术密度却非常之高。也正因为如此，电池行业的知识产权竞争几乎一直伴随着技术的发展从未停止。从2003年美国劲量电池公司针对中国碱锰电池启动的337调查、将锂离子电池推上风口浪尖的磷酸铁锂核心专利“全球混战”，到BASF与Umicore之间围绕三元材料核心专利的337调查、LG与SK之间就电池专利和商业秘密的系列纠纷，无不显示出知识产权在电池行业中的重要地位。去年，容百科技披露被Umicore提起专利侵权诉讼；上个月，媒体传出宁德时代起诉中航锂电全系产品专利侵权；这已经是继与塔菲尔的纠纷之后宁德时代第二次启动专利战车。这些都表明，电池行业已全面进入知识产权竞争时代。

在这样的背景下，对电池行业知识产权状况的了解就显得很是必要。本文选择了应用最为广泛的化学电源——锂离子电池为例，试图从专利的角度来做一个透视，对锂离子电池技术及相关专利概况进行简单的分类梳理和粗略画像。

一、锂离子电池的基本原理

锂离子电池有一个非常贴切的俗名，叫做“摇椅电池”。正负极被隔膜间隔，共同浸润于电解质中，就构成了一个电化学体系。随着电流的输入或者引出，正负极上活性材料发生可逆的电化学反应，锂离子在正负极之间来回嵌入和脱出，像“摇椅”一样，从而引发电子在外电路的流动即产生电能。除了正极、负极、隔膜、电解质这四个核心角色外，一个成品电池中还有诸多的辅助部件，包括承载部件、热管理、压力管理和电管理部件等，以将上述电化学反应控制在一个安全平稳的状态中。

下图以钴酸锂和石墨为例示出了一个典型的锂离子电池的组成。两侧的铜箔（Cu）和铝箔（Al）是正负极活性材料的承载部件和电流传导部件，不参与电池中正常的电化学反应。

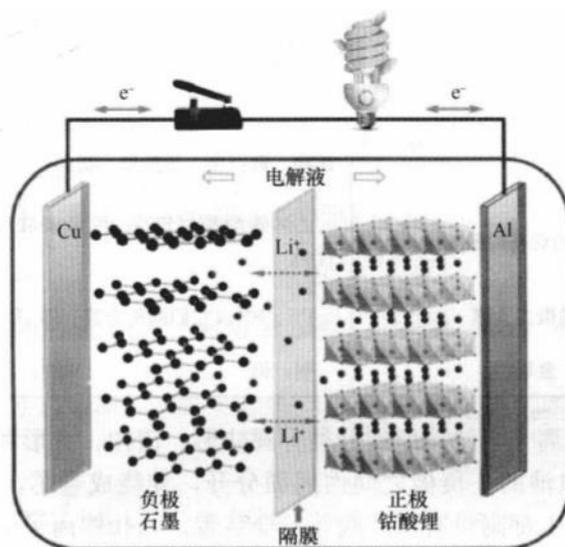


图 1：锂离子电池基本原理示意图¹

根据锂离子电池的上述技术特点，我们将相关技术划分为如下几个大的方向，电极活性材料及其改进、电极及其制造工艺、电解质、隔膜、其他非活性部件、电池包，并统计了这几个方向下有效及在审中的中国专利数量如下图。第一位电池包技术（包括热管理技术）专利数量最多，有效专利的数量达到两万余件，是技术重点。第二位是活性材料及其改进，作为电池最核心的技术，有效专利和审中的专利申请都超过了一万件，说明发展热度很高。第三位的是“其他非活性部件”相关的专利，其主要都是物理结构的微创新，技术相对便于理解，容易被抄袭，最适合通过专利保护。

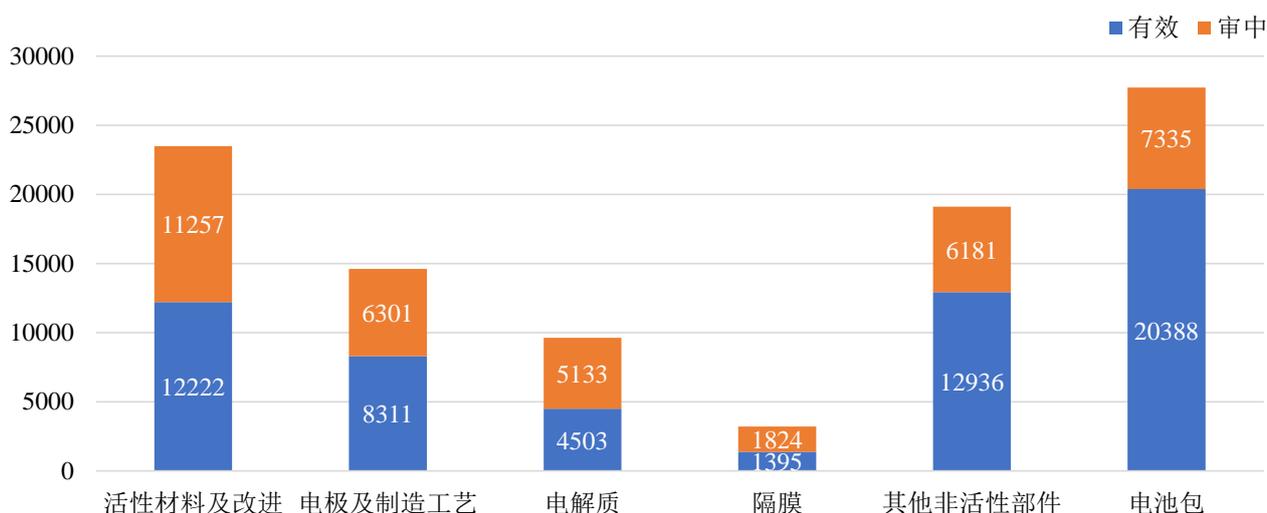


图 2：锂离子电池不同技术方向审中及有效的中国专利之数量分布²

¹ 摘自云斯宁主编的《新型能源材料与器件》，中国建材工业出版社，2019.01。

² 在 Incopat 数据库中进行检索，数据截至 2021.8.8，下同。

这六个技术方向目前审中和有效的中国专利（申请）的申请日分布如下。从图中可以看出，近年来最为活跃的是电池包（热管理）专利。申请日在 2020 年的电池包技术中国专利（在审+有效）数量突破 7,000 件，考虑到 2020 年提交的专利申请还有许多尚未公开，这个数据实际值还会更高。电池包及其热管理技术是解决电池起火爆炸问题的关键；随着锂离子电池安全性屡遭质疑，电池能量密度指标又屡屡攀升，热管理技术成为各方的研发重点。

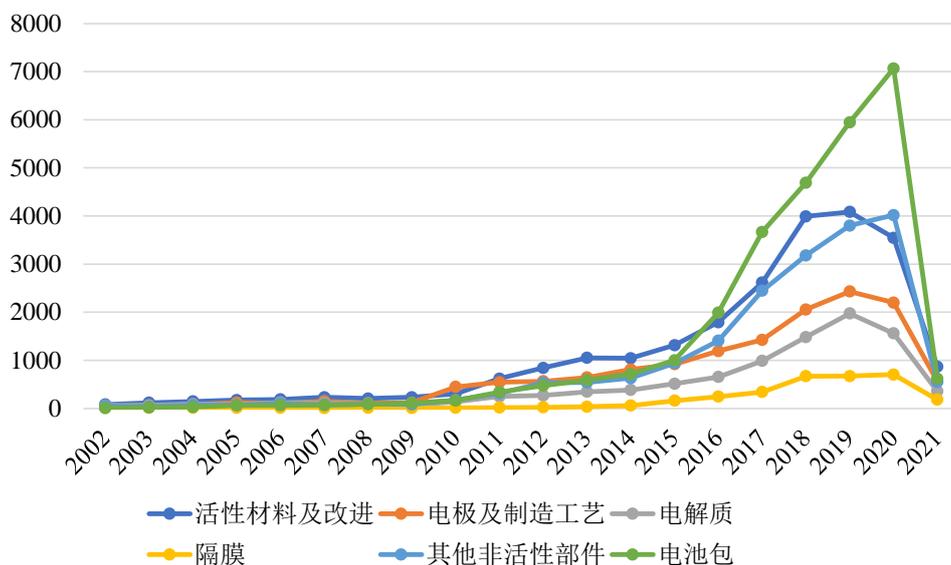


图 3：锂离子电池不同技术方向有效及审中的中国专利之申请日分布

二、六大技术方向及专利信息解读

（一）电极活性材料及其改进

业界内有一句话说的非常中肯：所有的技术路线终极问题都指向材料问题。电池作为一个电化学反应装置，参与电化学反应的活性材料决定了其性能的极限。材料体系一旦确定，天花板已经确定，技术改进只能无限的接近理论极限。从锂离子电池长期的技术发展历史来看，新世纪以来技术一直处于相对的平台期。从 Goodenough 老先生找到了钴酸锂、锰酸锂和磷酸铁锂几种材料，实现了锂离子电池的突破性进展之后，技术上再无如此翻天覆地的质变。这几种材料便是如今三元路线和铁锂路线的鼻祖。

这几种活性材料的专利当属核武器级别，技术上几乎无法规避。钴酸锂、锰酸锂被发现早已超过了 20 年，目前已无有效的基础专利。三元材料著名的基础专利是 3M 公司的 US6964828B2 和美国阿贡国家实验室（ANL）的 US6680143B2 和 US6677082B2。3M 公司的专利中国同族为 CN100403585C，将于 2022 年 3 月 11 日到期；ANL 的两个专利正是前文提到的 BASF 用于在 337 调查中打败 Umicore 的专利，无中国同族。

与三元材料不同，磷酸铁锂的核心专利在中国有一段曲折的故事。磷酸铁锂是一个很有潜力的电极材料，但其导电性很差，导致电池内阻非常大。使用导电性好的碳材料包覆磷酸铁锂是改善其导电性的不二法门。魁北克水电公司在国内申请了碳包覆磷酸铁锂的基础专利并得以授权（CN100421289C），共有 100 多个权利要求，要求保护了碳包覆磷酸铁锂的合成方法、材料本身及包含该材料的电池。该专利成为当时横亘在国内磷酸铁锂路线上一个不可逾越的障碍，而魁北克水电开出的价格是每吨磷酸铁锂

2,500 美元³。中国电池工业协会向原复审委提出无效宣告请求。最终这件专利被以撰写原因（修改超范围和不予支持）被宣告无效。笔者之一曾经深度参与该案件并作为原复审委的代理人出席了该案行政诉讼的庭审。无效决定据以宣告其无效的理由并无不当，因此两审判决也均予以维持。自此，锂离子电池领域的中国专利中再未出现如此重磅的核武器。从国内产业的角度，该专利被宣告无效，清除了国内磷酸铁锂路线上的最大障碍。然而从专利从业者的角度，却为这件专利感到有些遗憾和惋惜。随着我国专利制度的日益成熟，以及专利代理和专利审查水平的巨大进步，相信这类突破性的技术创新会获得更加周全的保护。

近些年来，活性材料相关的专利基本都是改进型专利，包括材料配方和制备方法等。比如对各种主流材料的包覆掺杂改性，以及向其他非主流方向的提前布局等。主流的锂离子正极活性材料均已有几十年研发历史，在该领域内的现有技术多如牛毛；想在该方向上获取一个保护范围够大且稳定的专利权，相对较有难度。负极活性材料一样如此，碳负极经过长期的发展已有不可撼动的地位，但碳的具体形式会对负极的性能有较大的影响。另外，在主流材料之外，也出现越来越多的尝试，比如硅负极、钠正极等等，但这些材料进入产业成熟期尚需时日。

活性材料专利中，许多配方和/或方法专利会将技术特征写的十分详细，或者使用众多的参数特征予以缩小范围，以换取授权。然而该类专利授权后能够行使权利的机会较少，取证难度较大且较容易规避，并不能真正为企业带来收益或保障。

锂电池活性材料专利主要集中在 IPC 分类号的 H01M4/36 及其下位组内。对该分类号及其下位组下中国专利进行检索，结合“锂”和“非水”等关键词以聚焦到锂电池。其中处于有效或审中状态的专利涉及 23,415 个简单同族，数量前十位的权利人（申请人）如下：



图 4：锂离子电池活性材料相关有效及审中的中国专利 TOP10 申请人⁴

（二）电极结构及其制造工艺

电极中除了活性材料，还包括很多附加成分，比如导电剂、粘合剂等。电极浆料的比例、形态乃至

³ <https://d1ev.com/news/shichang/11751>。

⁴ 未对关联公司进行合并，下同。

在集电体上的涂刷方式等，都会影响电化学反应的进行。更重要的是，在实际应用场合中，电池大多不是单兵作战，而是需要多个电池单体经过串并联之后形成电池包使用。串联情形下，容量最小的电池会使其他电池消耗加快；并联情形下，放电最快、电压最低的电池会发生电流流入，成为消耗其他电池电能的负载；这些情况会引发电池的过充过放甚至漏液、发热等问题。因此，多个电池单体之间的一致性异常重要。而电池单体的一致性很大程度上取决于电极的结构及制造工艺。另外，电极结构和制造工艺也会极大的影响电池的能量密度和循环性能等关键指标。

涉及非水电解质二次电池(大致对应锂离子电池)电极及其制造工艺的IPC专利分类号是H01M4/13及其下位组。对该分类号及其下位组下中国专利进行检索，其中处于有效或审中状态的专利涉及 14,394 个简单同族。数量前十位的权利人（申请人）分布如下：



图 5：锂离子电池电极及制造工艺相关有效及审中的中国专利 TOP10 申请人

（三）电解质

锂离子电池的电解质营造了电池内部的电化学反应环境，起到锂离子传导的作用。电解质的性能直接影响到锂离子在电池内部的穿梭速度和质量，其高温高（电）压耐受性和阻燃性也是电池安全性的核心因素。目前锂离子电池中主要有两类电解质，液态和固态。电解液通常是由一种或多种导电锂盐溶解在单一或混合溶剂中制得，常用的锂盐比如六氟磷酸锂、六氟砷酸锂、六氟硼酸锂、高氯酸锂等，常用溶剂包括 PC、EC 等各类碳酸酯。十几年间，电解液的基本组成未有大的变化，技术创新主要集中在配方比例和添加剂上。固态电解质是以聚合物基体作为锂盐载体，其解决了液态电解质泄露、挥发以及难以轻量化的问题，某些情况下还可以替代隔膜，但却带来了稳定性、机械性能以及界面阻抗等问题。近期大热的固态电池其实就是一种聚合物电解质技术。

锂离子电池电解质的改进专利主要集中在 IPC 分类号 H01M10/056 及其下位组中。对该分类号及其下位组下中国专利进行检索，其中处于有效或在审状态的专利涉及 9,512 个简单同族。数量前十位的权利（申请）人分布如下：



图 6：锂离子电池电解质相关有效及审中的中国专利 TOP10 申请人

（四）隔膜

电池的正负极材料和电解质之外，一个存在感不高但却异常“卡脖子”的技术是电池隔膜。在电池内部，正负极之间需要维系电子绝缘但锂离子畅通的状态，这需要特定材料和结构的隔膜来实现。更重要的是，隔膜的机械性能和热稳定性要足够好。一旦破损或收缩，导致正负极之间的区隔受损，化学能向电能的转换就会滑向热能，进而发生热失控，换言之就是电池的起火和爆炸。因此，隔膜是电池安全的基础。在实现基本安全性的基础上，还需要保有足够的锂离子通量，降低电池内阻。目前商业化的隔膜主要是以聚乙烯 PE 和聚丙烯 PP 为代表的聚烯烃膜及其复合结构。隔膜是唯一一个我国没有实现完全自给的电池核心部件。

隔膜相关专利集中在 H01M2/14（IPC 2021 版已并入 H01M50/40）及其下位组中。对该分类号及其下位组内与锂电池有关的中国专利进行检索，处于有效或审中状态的专利涉及 2,551 个简单同族。数量前十位的权利（申请）人如下：

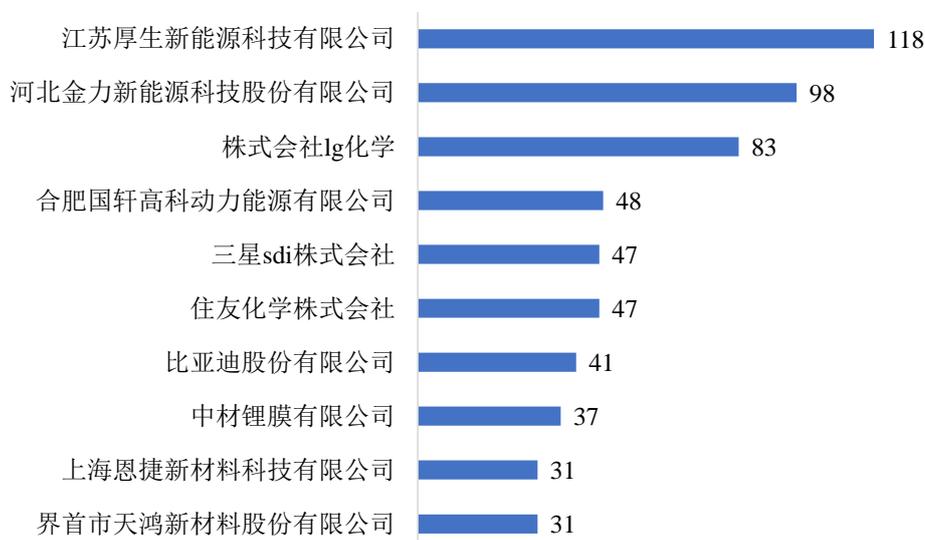


图 7：锂离子电池隔膜相关有效及审中的中国专利 TOP10 申请人

（五）非活性部件

除了以上正负极材料、电极、电解质和隔膜的技术之外，另一个技术创新的重要方向就是非活性部件，通常称为结构件。这些部件能够保证电池的能量转换过程平稳可控。由于涉及部件众多，且通常是物理结构和/或空间布局的微创新，相对较容易得到保护和易于行使权力，因此多年来这类技术一直是锂电池领域中申请专利的热点方向。特斯拉大力宣传的 4,680 电池中的无极耳技术就是对电连接部件的改进。

本部分统计的专利主要涉及单体电池中的结构件。壳体的改进主要集中在 H01M2/02（IPC 2021 版已并入 H01M50/10 中）及其下位组，压力管理部件集中在 H01M2/12（IPC 2021 版已并入 H01M50/30），电连接部件改进集中在 H01M2/20（IPC 2021 版已并入 H01M50/50）中。电极的排布方式集中 H01M10/058 及其下位组中。对该分类号及其下位组内与锂电池相关的中国专利进行检索，其中处于有效或在审状态的中国专利涉及 18,099 个简单同族。数量前十位的权利人（申请人）分布如下：

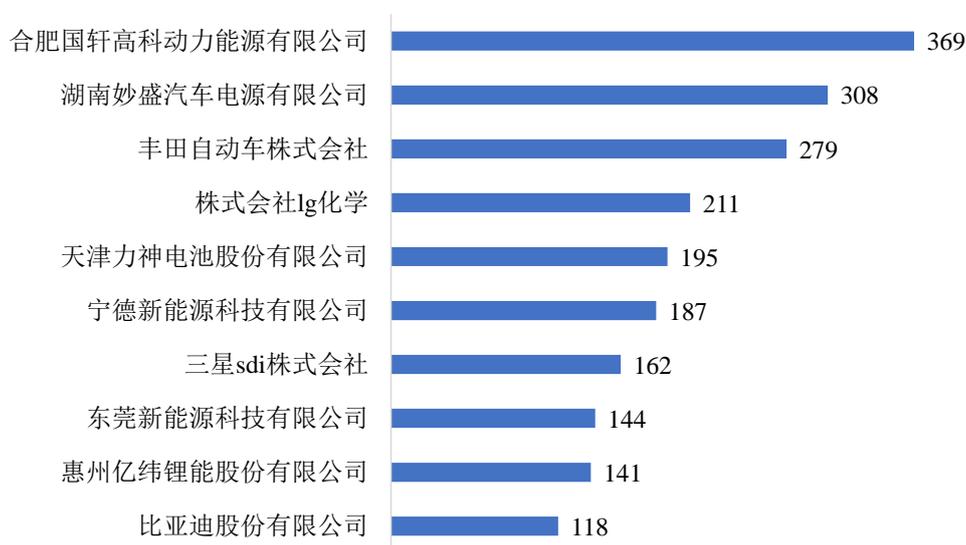


图 8：锂离子电池其他非活性部件相关有效及审中的中国专利 TOP10 申请人

（六）电池包

除了各部件的改进和创新之外，还有一个重点是电池组和电池包的设计。我们知道锂离子单体电池的放电平台在 3.7V 左右，在绝大多数应用场景中，都是需要多个单体电池串并联在一起形成电池组和电池包（pack）来作为动力源。电池包中承载部件、热管理、压力管理、电管理部件等辅助结构体积通常会占到 50% 以上。通过合理的规划和设计，将这些辅助结构的占比尽可能降低，能够提升电池包的能量密度。这其中，去年以来比较火的比亚迪的刀片电池，以及宁德时代的 CTP 技术，都是在这一技术方向上比较典型的创新。在各类材料技术研究进展乏力而单体电池非活性部件创新满天飞的情况下，这是一个非常值得期待的技术方向。并且，同其他非活性部件方向的专利类似，该技术方向也主要涉及物理结构、空间布局的改进，从专利维权的角度来看，技术复杂度和取证难度都相对较低，对权利人行权非常有利。

这类技术通常是一个系统工程，既需要配合单体电池非活性部件的改进、单体电池整体结构的改进，还包括了单体电池组合成电池包时所涉及到各辅助部件的调整和创新。一方面，电池包的壳体支架等存在对应的 IPC 分类号 H01M2/10（IPC 2021 版已并入 H01M50/20）；另一方面，从技术角度来看，

压力管理和电管理部件相对较难以脱离单体电池存在，而只有热管理技术主要是针对电池包来进行设计的，因此从热管理相关的专利分类号与电池包也存在很好的对应性。热管理技术的改进集中在 H01M10/60（IPC 2014 版为 H01M10/50）及其下位组中。

对上述分类号及其下位组下中国专利进行检索，结合“锂”和“非水”等关键词以聚焦到锂离子电池，其中处于有效或在审状态的专利涉及 27,723 个简单同族。数量前十位的权利人（申请人）如下：

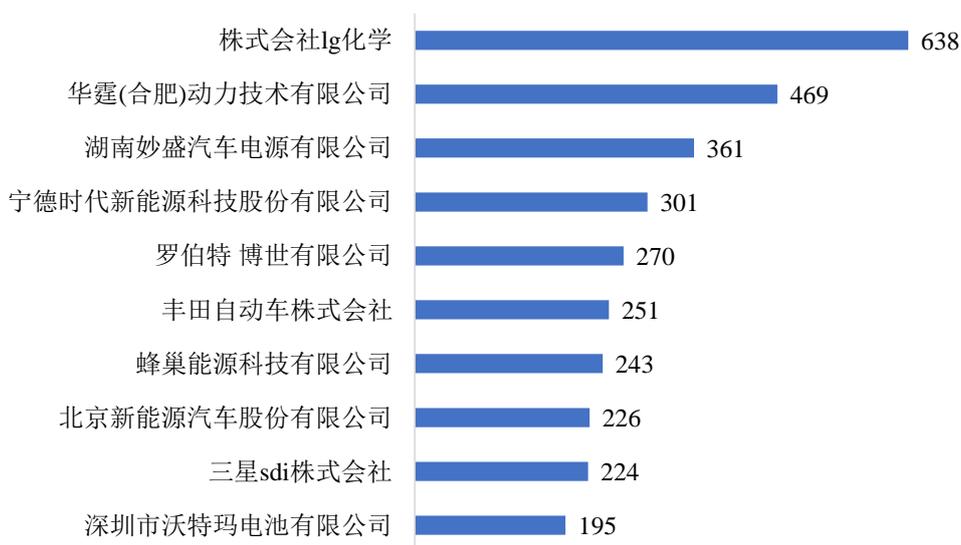


图 9：锂离子电池包相关有效及审中的中国专利 TOP10 申请人

三、总结

根据以上粗略的统计，从锂离子电池六大技术方向的 TOP10 申请人名单来看，LG 化学和三星 SDI 两家韩国企业在六大技术方向上的中国专利储备数量（在审+有效）都进入 TOP10，说明其对锂离子电池技术的专利储备非常全面。紧随其后的是丰田汽车，除了隔膜外其他技术方向都在 TOP10，另外上榜四个技术方向 TOP10 的申请人有比亚迪和国轩高科；上榜 3 个技术方向 TOP10 的申请人有松下，宁德新能源(ATL) 和宁德时代（CATL）。

从被纳入上述统计范围内的有效和审中专利数量来看，上述各技术方向的有效和审中专利数量前十位的申请人分别如下：

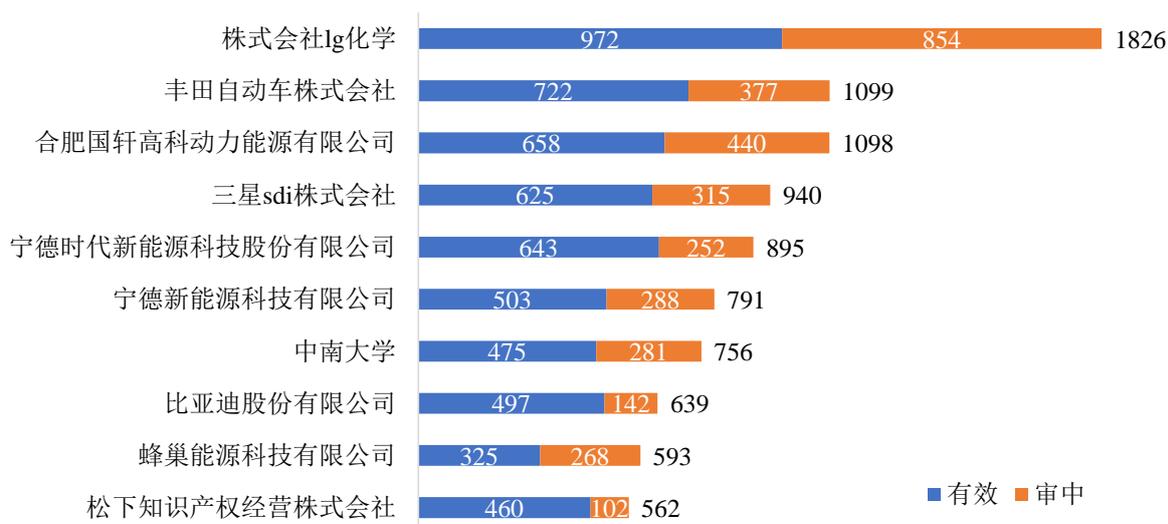


图 10：锂离子电池上述六大技术方向有效及审中的中国专利 TOP10 申请人⁵

目前，锂电池行业中的企业玩家大都还处在专利军备竞赛的阶段，市场需求旺盛、增量可观的形势下“你好我好大家好”的局面还将持续一段时间。

一方面技术积累多多益善，中等体量的竞争者还将有一段缓冲期来快速追赶，当然这需要高强度的研发投入和高水平的知产管理和运作。电池行业正在不断的技术革新中飞速前进，远未到达技术成熟的阶段，因此专利积累在未来相当长的一段时间内还将是战略重点。

另一方面，仅上述锂离子电池六大技术方向上有效的中国专利保有量已超过 5 万件，在审专利也超过 3 万件。事实上还有诸多其他技术方向的锂离子电池专利数量也不可忽视，比如电池管理系统、电池充放电设备及方法、电池保护电路、电池制造和检测设备等，业内专利保有量超千件的企业已有多家。而且除了锂离子电池以外的其他的电池类型也有很多，因此相关专利数量会远远大于上述统计值。可以说电池领域的专利丛林已经初步形成。

在电池这一技术高度密集的行业，知识产权注定会是激烈竞争中不可避免的舞台。面对风云变幻，做好研发工作，跟上技术发展潮流，掌握核心技术是傍身之本；同时充分运用好知识产权制度，保证让创新成果能够得到切实的保护，关键时刻能够上战场立战功；如此，方能做到知己知彼百战不殆。

⁵ 考虑到同一篇专利可能会涉及到不同技术方向，该图中专利数量已去重，但关联公司数据未合并。

特别声明

汉坤律师事务所编写《汉坤法律评述》的目的仅为帮助客户及时了解中国或其他相关司法管辖区法律及实务的最新动态和发展，仅供参考，不应被视为任何意义上的法律意见或法律依据。

如您对本期《汉坤法律评述》内容有任何问题或建议，请与汉坤律师事务所以下人员联系：

罗睿

电话： +86 10 8516 4130

Email: rui.luo@hankunlaw.com